

Requested document:	JP2002133421 click here to view the pdf document
----------------------------	---


MOVING BODY RECOGNITION METHOD AND DEVICE

Patent Number:

Publication date: 2002-05-10

Inventor(s): KAMIJO SHUNSUKE; SAKAUCHI MASAO; IKEUCHI KATSUSHI

Applicant(s): FUJITSU LTD; SAKAUCHI MASAO; IKEUCHI KATSUSHI

Requested Patent:  [JP2002133421](#)

Application Number: JP20000318519 20001018

Priority Number(s): JP20000318519 20001018

IPC Classification: G06T7/20; H04N7/18

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To recognize moving bodies overlapped each other on images by dividing them. **SOLUTION:** This device has an image storage part for storing a plurality of time series images and background images; and an image processing part conducting image processing by making retroactive time. The image processing part recognizes a moving body by comparing image at time t of a plurality of time series images with its background image, gives an identification code to the recognized moving body (S2); finds a moving vector of each moving body contained in images at time t (S3); and assuming that a region on the moving body contained in the image at $(t-1)$ has an identification code X , estimates a region on the image at time t corresponding to the region on the moving body (S4) based on the moving vector, finds a correlation degree of both regions, decides an identification code to be imparted to these regions based on the magnitude of the correlation degrees, and thereby, divides a non-separation moving body contained in the image at time $(t-1)$.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-133421

(P2002-133421A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 0 6 T 7/20

2 0 0

G 0 6 T 7/20

2 0 0 B 5 C 0 5 4

H 0 4 N 7/18

H 0 4 N 7/18

K 5 L 0 9 6

C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-318519(P2000-318519)

(22) 出願日 平成12年10月18日 (2000.10.18)

(71) 出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(71) 出願人 595037261

坂内 正夫

神奈川県横浜市青葉区美しが丘2-56-7

(71) 出願人 597178277

池内 克史

神奈川県横浜市青葉区つつじが丘5-22サンハイムつつじヶ丘303

(74) 代理人 100092587

弁理士 松本 眞吉

最終頁に続く

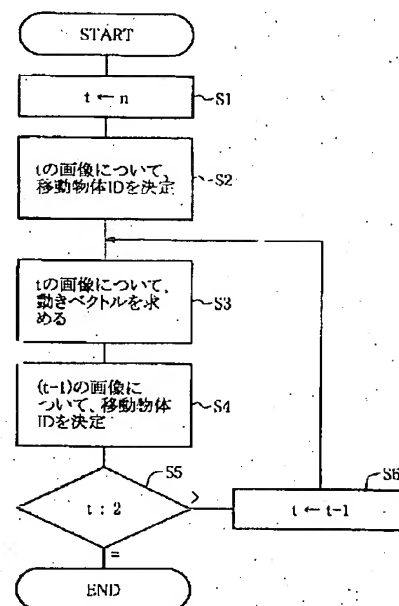
(54) 【発明の名称】 移動物体認識方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】画像上で重なった移動物体同士を分割して認識する。

【解決手段】複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、時間を遡って画像処理を行う画像処理部とを備えている。該画像処理部は、(S2)該複数の時系列画像のうち時刻 t の画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、(S3)時刻 t の画像に含まれる各移動物体の動きベクトルを求め、(S4)($t-1$)の画像に含まれる移動物体上の領域が識別符号 X を持っていると仮定して、該領域に対応した該時刻 t での画像上の領域を動きベクトルに基づき推定し、両領域の相関度を求め、複数の識別符号 X の各々について求めた相関度の大小関係に基づいて、該領域に付与すべき識別符号を決定することにより時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割する。

本発明の一実施形態に係る移動物体認識方法の処理手順を示すフローチャート



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、画像処理部とを有し、該画像処理部は、

(1) 該複数の時系列画像のうち時刻 t の画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、

(2) 該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識装置。

【請求項2】 移動物体を撮像する電子カメラと、該電子カメラで撮像された、複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、画像処理部とを有し、該画像処理部は、

(1) 該複数の時系列画像のうち時刻 t の画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、

(2) 該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識装置。

【請求項3】 複数の時系列画像を処理する移動物体認識方法において、

時刻 t の画像について、背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識方法。

【請求項4】 複数の時系列画像を処理するプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、該プログラムは、

時刻 t の画像について、背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動物体認識方法及び装置に係り、特に非分離移動物体を分割してトラ

ッキングする移動物体認識方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図6は、高速道路の上方に設置されたカメラの撮像画像である。

【0003】 画像上で車両同士が頻繁に重なるので、画像処理により各車両をトラッキングするのが困難になる。この問題を解決するには、道路に沿って複数台のカメラを設置し、それらの画像を総合的に処理する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、カメラ及び画像処理装置を複数台備える必要があるため、コスト高になる。また、各カメラの撮影画像を関係付けて総合的に処理しなければならないので、処理が複雑になる。

【0005】 本発明の目的は、簡単な構成で、画像上で重なった移動物体同士を分離して認識することが可能な移動物体認識方法及び装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段及びその作用効果】 例えば、図3に示すように、カメラの近くの移動物体は分離している。

【0007】 そこで、本発明による移動物体認識装置の一態様では、複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、時間を遡って画像処理を行う画像処理部とを備えている。該画像処理部は、(1) 該複数の時系列画像のうち時刻 t の画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、(2) 該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与することにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割する。

【0008】 この移動物体認識装置によれば、1組のカメラと画像処理装置とにより、画像上で重なった移動物体同士を分離して認識することが可能となり、上記(2)の処理を繰り返すことにより道路の長手方向に沿った広い範囲での移動物体をトラッキングすることが可能となる。したがって、道路に沿って複数組のカメラと画像処理装置とを備えてカメラ間の画像データを関連付け複雑な処理を行なう必要がなく、コストを低減することができる。

【0009】 本発明の他の目的、構成及び効果は以下の説明から明らかになる。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0011】 [第1実施形態] 最初に、図3を参照して本第1実施形態の移動物体認識方法を概説する。図3は、カメラで撮像された時刻 $t=1\sim 4$ での画像を模式的に示す。

【0012】1台のカメラで道路10の長手方向に沿った広い範囲を撮像して移動物体をトラッキングするために、カメラは道路10の中央線上方に設置されている。このようにカメラを設置すると、移動物体が画像上で重なるというオクルージョンが頻繁に生ずる。図3では、時刻 $t=1\sim3$ で車両M1とM2の像が重なっており、両者を区別してトラッキングすることができない。

【0013】しかし、時刻 $t=4$ の画像のように、車両M1とM2とがカメラに近づいたときには、両者が衝突していなければ車両M1とM2の像は分離する。

【0014】そこで、これら4フレームの時系列画像を一時記憶しておき、 $t=4$ から出発して車両M1とM2を識別し、車両M1とM2の動きベクトルを求め、この動きベクトルで $t=4$ の画像中の車両M1とM2を移動させて、車両M1とM2が識別されている $t=3$ の画像を想定し、これと $t=3$ の実際の画像との相関関係から、 $t=3$ の画像中の車両M1とM2を識別する。

【0015】次に、 $t=3$ と $t=2$ の画像について同様の処理により、 $t=2$ の画像中の車両M1とM2を識別する。次に、 $t=2$ と $t=1$ の画像について同様の処理により、 $t=1$ の画像中の車両M1とM2を識別する。

【0016】このような処理により、車両M1とM2とをトラッキングすることが可能となる。

【0017】図1は、この移動物体認識方法の処理手順を示すフローチャートである。図1では、 n フレームの画像について、時間を逆上って移動物体をトラッキングする場合を示す。例えば $n=36$ で毎秒12フレームである。なお、移動物体が写っていない背景画像は、予め記憶装置に格納されている。

【0018】(S1)時刻 t に初期値 n を代入する。

【0019】(S2) t の画像と背景画像とを比較して、 t の画像中の移動物体を認識し、認識された各移動物体に識別符号(ID)を付与する。

【0020】(S3) t の画像と、これと時間的に前又は後の画像とに基づいて、IDが付与された t の画像中の移動物体の動きベクトルを求める。この時間的に前又は後の画像は、 $t=n$ と $t=n+1$ との間又は $t=n$ と $t=n-1$ との間の、動きベクトルを求めるためだけの画像であってもよい。

【0021】(S4) t と $(t-1)$ の画像間の上述のような相関関係から、 $(t-1)$ の画像中の移動物体のIDを決定する。

【0022】(S5) $t>2$ であればステップS6へ進み、 $t=2$ であれば $t=1\sim n$ の時系列画像についての移動物体認識処理を終了する。

【0023】(S6) t の値を1だけデクリメントし、ステップS3へ戻る。

【0024】図2において、 $t=1\sim n$ のF(1)～F(n)からなる時系列画像1に対し、図1の処理を行なう。次の時刻の画像F(n+1)を取得し、これを画像

F(1)の記憶領域に格納する。そして、F(2)～F(n+1)からなる時系列画像2を $t=1\sim n$ の画像として、図1の処理を行なう。このような処理を繰り返して行う。

【0025】時系列画像2に対する処理において、画像F(2)～F(n)については、背景画像と比較して移動物体を認識する処理及び図1のステップS3での動きベクトルを求める処理が時系列画像1に対し既に行なわれているので、これらの処理を省略することができる。

【0026】本第1実施形態によれば、1組のカメラと画像処理装置とにより、道路の長手方向に沿った広い範囲での移動物体をトラッキングすることが可能となる。したがって、道路に沿って複数組のカメラと画像処理装置とを備えてカメラ間の画像データを関連付け複雑な処理を行なう必要がなく、コストを大幅に低減することができる。

【0027】図4は、道路11がその一方側で道路11aと11bとに分岐し他方側で道路11cと11dとに分岐している場合の時系列画像を模式的に示す。この場合、上述のトラッキングにより、車両M1とM2が道路11aと11bのどちらから来て道路11cと11dのどちらへ行ったかを判別することができ、道路利用状況の交通情報を得ることができる。

【0028】図5は、道路12の側方にカメラを設置して、道路12の長手方向に沿った広い範囲で移動物体を撮像した場合の時系列画像を模式的に示す。この場合も、図3及び図4と同様に時間を逆上ることにより、移動物体をトラッキングすることが可能となる。

【0029】トラッキング結果は、画像上での移動物体の重なりのために従来できなかった交通違反の判別や交通事故の自動判定に利用することができる。例えば、車線変更禁止区域で車線を変更して図5に示すように車両M1がM2を追い越したことや、スピード違反を判定することが可能となる。

【0030】図1は、本発明の第1実施形態に係る移動物体認識装置の概略ブロック図である。

【0031】この装置は、移動物体が通る道路を撮像して画像信号を出力する電子カメラ15と、その画像を処理して移動物体をトラッキングし交通違反を判定する画像処理装置20と、交通違反検出時の画像を格納する外部記憶装置40とを備えている。

【0032】電子カメラ15からの画像信号は、デジタル化されており、 n フレームの時系列画像が画像メモリ21に一時記憶される。例えば、1/12秒毎に1フレームの画像が画像メモリ21に格納される。格納領域は、画像メモリ21中の時系列画像の最も古い画像が記憶されている領域である。

【0033】背景画像生成部22は、画像メモリ21をアクセスし、例えば過去10分間の全画像について、対応するピクセルの画素値のヒストグラムを作成し、その

最頻値（モード）をそのピクセルの画素値とする画像を背景画像として生成し、画像メモリ21内の所定領域に格納する。背景画像は、背景画像生成部22により定期的に更新される。

【0034】トラッキング処理部23は、メモリ24内にオブジェクトマップを作成する。例えば、1フレームの画像が480×640ピクセルの場合、トラッキング処理部23は、オブジェクトマップメモリ24に、8×8ピクセルを1ブロックに対応させた60×80ブロックの情報を書き込む。トラッキング処理部23は、時系列画像に移動物体が存在するかどうかをブロック単位で判断し、存在すれば、このブロックに移動物体IDを付与する。あるブロックに移動物体が存在するかどうかは、オブジェクトマップに対応してフレーム画像に設定したブロックの各ピクセルと背景画像の対応するピクセルとの差の絶対値の総和が所定値以上であるかどうかにより判定する。移動物体が存在すると判定された隣接ブロックに同一IDを付することにより、該移動物体に対応したクラスタができる。図8は、図3の $t=4$ での画像に対応したオブジェクトマップであり、車両M1及びM2に対応してそれぞれID=1及びID=2が付与されている。

【0035】トラッキング処理部23は、ID生成／消滅部25、動きベクトル算出部26、移動物体更新部27及び不明ID決定部28を備え、時間を遡って移動物体の軌跡を求め、これを軌跡メモリ29に格納する。

【0036】交通違反判定部30は、交通ルール記憶部31に格納されたルールに基づいて、上述のように求めた軌跡がルール違反していないかどうかを判定し、違反していると判定した場合には画像メモリ21に対し、違反時の時系列画像を外記記憶装置40に格納させる。

【0037】ID生成／消滅部25は、画像上の道路の出口側でIDを付与し、入り口側でIDを消滅させ、また、上述のオブジェクトマップを作成する。

【0038】動きベクトル算出部26は、時刻 t のオブジェクトマップ中のIDが付与された各ブロックについて、対応する t の画像中のブロックと、時刻 $(t-1)$ の画像中の、ピクセル単位で位置が可変のブロックとの間で、MPEGの符号化で用いられているブロックマッチングを適用して、 t の画像中の該ブロックの動きベクトルを求める。動きベクトル算出部26はさらに、クラスタ（移動物体）毎に、求めた複数の動きベクトルの代表値、例えばモード、メジアン又は平均値を、その移動物体の動きベクトルと推定し、これをIDと対応させて記憶する。代表値がメジアン又は平均値である場合には、中心分布から著しく離れる動きベクトルを除外した後に代表値を求めることにより、より正確な値を得るようにしてもよい。

【0039】動きベクトル算出部26は、画像上欠落のある移動物体についても、その動きベクトルを推定す

る。

【0040】なお、MPEGでの動きベクトルは、データ圧縮のためのものであって、クラスタ単位の動きベクトルという概念はない。また、動きベクトルが小さい場合には、ブロックマッチングの他にオプティカルフローの推定も有用な手法として用いることができる。

【0041】ある移動物体に属するブロック内の各ピクセルの色がほぼ同一である場合、すなわちテクスチャの少ないブロックがクラスタに存在する場合、ブロックマッチングやオプティカルフローなどの手法により正確な動きベクトルを得ることができない。

【0042】そこで動きベクトル算出部26は、このようなブロック、例えばそのブロック内の全画素値の散布度、例えば分散 σ^2 、標準偏差 σ 、平均偏差MD、四分偏差QD、範囲R又はエントロピーなどが所定値以下であるブロックについては、動きベクトルを求めず、移動物体の動きベクトル推定に使用しない。この場合であっても、タイヤの部分のように色が様でないブロック群が存在するので、動きベクトル算出部26は移動物体の動きベクトルを推定することができる。

【0043】動きベクトルを求めるべきブロックであるかどうかを判断するのに、エッジ画像を利用することができる。すなわち、原画像に対しエッジ強調処理を行い、次いで2値画像に変換し、ブロック内に「1」のエッジ画素の数が所定値以下であれば、動きベクトルを求めるのに適しないブロックと判定してもよい。エッジ強調画像は、原画像に1次微分オペレータ又はラプラシアンオペレータなどの2次微分オペレータをかけて簡単なフィルタ処理を行うことにより得られる。エッジ画像取得には、Sobel、Roberts又はPrewittなどの公知手法を用いてもよい。

【0044】次に、移動物体更新部27での処理の具体例を、図9を参照して説明する。

【0045】(A) 移動物体更新部27は、オブジェクトマップメモリ24から t のオブジェクトマップを読み込む。

【0046】(B) 該オブジェクトマップ内でクラスタを-MV平行移動させる。ここにMVは、このクラスタの動きベクトルである。さらに、移動したクラスタの周囲を1ブロック外側まで拡大させる。

【0047】(C) 拡大した範囲（太線で示す領域）内について、 $(t-1)$ の画像に移動物体が存在するかどうかを、ブロック毎に判定することにより、 $(t-1)$ のクラスタを決定する。

【0048】このようにすることにより、時刻 t でカメラに分離して写っていた車同士が時刻 $(t-1)$ で隣接し、その際にカメラと移動物体との間の距離及びアングルに依存してクラスタのブロック数や形が変化しても、両者を異なる車として認識することが可能になる。例えば図10(A)に示す1つのクラスタを2台の車として

認識することができる。図10中、濃部は移動体のブロックである。

【0049】移動物体更新部27は、前記拡大範囲が移動物体間で重なった場合、重なったブロックがどの移動物体に属するかどうか不明であるので、重なったブロックはID不明ブロックと判定する。

【0050】不明ID決定部28は、以下のようにしてID不明ブロックの移動物体IDを決定する。

【0051】図11は、不明ID決定部28の入出力関係を模式的に示す。

【0052】図11中、F1及びF2はそれぞれ時刻 t 及び $(t-1)$ での、図7の画像メモリ21に格納されている画像の一部を概略的に示す。1つの画素を表している。BL1 t 及びBL1 $(t-1)$ はそれぞれ、時刻 t 及び $(t-1)$ での移動物体M1の境界線であり、BL2 $(t-1)$ は時刻 $(t-1)$ での移動物体M2の境界線である。

【0053】Q1及びQ2はそれぞれ画像F1及びF2に対応した、図7のオブジェクトマップメモリ24に格納されているオブジェクトマップの概略を示す図である。1つの画素は1つのブロックを表している。オブジェクトマップは、移動体IDを持っているブロックと持っていないブロックとからなる。図11では理解を容易にするために、オブジェクトマップ中にも移動物体の境界線を太線で表している。オブジェクトマップQ1及びQ2中のハッチングは、IDが付されたブロックであることを示している。右上がり斜線が付されたブロックはID=1を持ち、右下がり斜線が付されたブロックはID=2を持っている。

【0054】オブジェクトマップQ2中のブロックB1、B2及びB3のいずれにも移動物体M1とM2の一部が含まれているので、移動物体更新部27は、これらのブロックがいずれの移動物体に属するかを判定することができない。

【0055】不明ID決定部28は、これら画像F1、F2、オブジェクトマップQ1及びQ2並びに移動物体M1及びM2の動きベクトルに基づき、ブロックB1、B2及びB3のIDを決定して、オブジェクトマップQ3を得る。

【0056】以下、オブジェクトマップQ2中のブロックB2が移動物体M1とM2のいずれに属するかを決定する方法を、具体的に説明する。この決定は、ブロックB2が移動物体M1であると仮定したときの評価値と、ブロックB2が移動物体M2であると仮定したときの評価値との大小関係に基づいて行なわれる。評価値は、以下の要素(1)～(3)を含んでいる。

【0057】(1)時刻 $(t-1)$ でのオブジェクトマップのみに関係した評価要素UN
ブロックB2と隣接する8ブロックについて、ID=1を持ったブロックの数N1が多いほどブロックB2が移

動物体M1のブロックである確度が高いと考えられる。そこで、ブロックB2のIDが1であることを評価する要素UN(1)を例えば次式で表す。

$$【0058】UN(1) = \alpha(N1 - 9)^2$$

ここに、 α は正の定数である。ブロックB1は仮定したID=1を持っていると考える。N1は、ブロックB2とこれに隣接する8ブロックの合計9ブロックについてID=1を持ったブロックの数である。UN(1)の値が小さいほどブロックB2が移動物体M1に属する確度が高いと言える。

【0059】同様に、ブロックB2のIDが2であることを評価する要素UN(2)を次式で表す。

$$【0060】UN(2) = \alpha(N2 - 9)^2$$

ブロックB2は仮定したID=2を持っていると考える。N2は、ブロックB2とこれに隣接する8ブロックの合計9ブロックについてID=2を持ったブロックの数である。

【0061】図11の場合、 $UN(1) = 9\alpha$ 、 $UN(2) = 49\alpha$ である。したがって、オブジェクトマップQ2のみから判断すると、ブロックB2は、ID=1である確度が、ID=2である確度よりも高いと言える。

【0062】(2)時刻 t でのオブジェクトマップと移動物体の動きベクトルとに関係した評価要素US
図12(A)は大略、図11中のオブジェクトマップQ1とQ2とを重ね合わせ、かつ、ハッチングを削除したものである。MV1は移動物体M1の動きベクトルであり、点線はBL1 t を-MV1だけ平行移動させたものである。

【0063】図12(B)に示す如く、ブロックB2をMV1だけ平行移動させることにより、移動物体M1に固定された座標系から見て、時刻 t でのブロックB2に対応すると推定される判定枠B21が得られる。時刻 $(t-1)$ でブロックB2に移動物体M1の一部と移動物体M2の一部とが含まれていても、時刻 t で判定枠B21には移動物体M2の一部が含まれていない場合があり、この場合、判定枠B21内を見ることにより、ブロックB2がID=1であるかどうかをより正確に推定することが可能となる。

【0064】判定枠B21内の右上がり斜線部(ID=1の部分)の面積S1が広いほど、ブロックB2がID=1を持つことの確度が高くなると考えられる。

【0065】そこで、オブジェクトマップの各ブロックを、 8×8 の同一IDアレイに拡大したマップを作成し、この拡大マップ上で、図13(A)に示す如く、ID=1の画素の個数を数えることにより、斜線部面積S1を求める。図13(A)中の斜線部はID=1の領域を示している。S1が64であるとき、ID=1である確度が最大となる。そこで、ブロックB2のIDが1であることを評価する要素US(1)を例えば次式で表

す。

【0066】 $US(1) = \beta(S1 - 64)^2$

ここに、 β は正の定数である。 $US(1)$ の値が小さいほどブロックB2が移動物体M1に属する確度が高いと言える。

【0067】同様に、ブロックB2のIDが2であることを評価する要素 $US(2)$ を次式で表す。

【0068】 $US(2) = \beta(S2 - 64)^2$

ここに $S2$ は、図13(A)に示す如く、ブロックB2をMV2だけ平行移動させて得られる判定枠B22内のID=2の個数(右下がり斜線部面積)である。MV2は、移動物体M2の動きベクトルである。

【0069】(3)時刻($t-1$)及び t の画像と移動物体の動きベクトルとに関係した評価要素UD

図12(B)のブロックB2と判定枠B21とに対応した図11の画像F2及びF1中の局所画像の相関が強いほど、ブロックB2がID=1である確度が高いと言える。図13(B)に示すB2F及びB21Fはそれぞれ、図12中のブロックB2及び判定枠B21に対応した画像F2及びF1中の局所画像を示す。

【0070】ブロックB2のIDが1であることを評価する要素UD(1)を例えば次式で表す。

【0071】 $UD(1) = \gamma \sum |B21F(i, j) - B2F(i, j)|$

ここに、 γ は正の定数であり、 $B21F(i, j)$ 及び $B2F(i, j)$ はそれぞれ局所画像B2F及びB21F内の第 i 行第 j 列の画素値であり、 \sum は $i=1 \sim 8$ 及び $j=1 \sim 8$ についての総和(ブロック内全画素についての総和)を意味している。

【0072】UD(1)の値が小さいほどブロックB2が移動物体M1に属する確度が高いと言える。

【0073】同様に、ブロックB2のIDが2であることを評価する要素UD(2)を次式で表す。

【0074】 $UD(2) = \gamma \sum |B22F(i, j) - B2F(i, j)|$

ここに、 $B22F(i, j)$ は局所画像B22F内の第 i 行第 j 列の画素値であり、局所画像B22Fは図13(A)中の判定枠B22に対応した画像F1中の局所画像である。

【0075】不明IDブロックのIDをより正確に推定するために、以上の(1)～(3)を総合し、評価関数の値

$U(1) = UN(1) + US(1) + UD(1)$ と、

$U(2) = UN(2) + US(2) + UD(2)$ との大小関係に基づいて、ブロックB2のIDを決定する。すなわち、 $U12 = U(1) - U(2)$ の値が負であればID=1と決定し、正であればID=2と決定する。 $U(1)$ 及び $U(2)$ の最小値はいずれも0である。 $U12$ の値が小さいほど、ブロックB2がID=1である確度が高くなる。

【0076】図11のオブジェクトマップQ2において、上記具体例ではブロックB1及びB3のIDを考慮しなかったが、実際には、ブロックB1、B2及びB3のIDを同時に仮定し、ブロックB1、B2及びB3の各々の評価関数の総和が最小となるように、ブロックB1、B2及びB3のIDを決定する。

【0077】この際、メトロポリス(Metropolis)アルゴリズム又はギブスサンプラー(Gibbs Sampler)アルゴリズムなどの確率的緩和アルゴリズムを用いて最小値へ導く。また、評価値の極小値を最小値と間違えないようにすると共に、極小の谷から速く脱出するために、公知のシミュレーテッドアニーリング(Simulated Annealing)法を適用する。

【0078】これにより、複数のID不明ブロックのIDを、より正確かつ容易に決定することができる。

【0079】定数 α 、 β 及び γ は、実際の画像を処理して、移動物体トラッキング成功率が高くなるように定められる。

【0080】本発明者らは、上記のような評価関数を用いることが適切であることを数学的に確かめた。すなわち、マルコフ・ランダム・フィールド(Markov Random Field)モデルを時空間画像に拡張して適用し、表現された画像のエネルギー分布を確率緩和過程により最適化した結果、上記結果評価関数の最小化と同一になった。この点は、後述する第2実施形態についても同様である。

【0081】[第2実施形態]上記第1実施形態では、時刻($t-1$)でのID不明ブロックが、互いに接近し又は重なった移動物体M1又はM2に属すると仮定して評価関数の値の大小関係に基づき不明IDを決定した。

【0082】しかし、1つのブロックに3以上の移動物体の一部が含まれる場合がある。また、多くの移動物体について、互いに接近しようとしている移動物体がどれであるかを判断しなければならない。

【0083】他方、評価要素US及びUDはいずれも、時刻 t と時刻($t-1$)での相関度が低いブロック間では値が大きく高いブロック間では値が小さい。これらの値を見るだけで上記のことを判断することができる。また、評価値の計算は容易である。

【0084】そこで、本発明の第2実施形態では、図7の不明ID決定部28において、ID不明ブロックは、時刻 t のオブジェクトマップに含まれる全てのID=1～ m のいずれかを持つと考えて、評価関数の値の大小関係に基づき不明IDを決定する。

【0085】時刻($t-1$)でのID不明ブロックを、BK1～BKpで表し、ID不明ブロックBK i のIDがID j ($1 \leq IDj \leq m$)であると仮定したときの、ID不明ブロックBK i の上記評価関数 $U = UN + US + UD$ の値を $U(BKi, IDj)$ で表すと、次のようにしてID不明ブロックBK1～BKpのIDを決定す

る。

【0086】すなわち、ID不明ブロックBK1～BKpのIDをそれぞれID1～IDpと仮定し、評価関数の値 $U_t = U(BK1, ID1) + U(BK2, ID2) + \dots + U(BKp, IDp)$ を計算する。この値が最小になるID1～IDpを、繰り返し計算により求め、求めたものをID不明ブロックBK1～BKpのIDと決定する。この繰り返し計算において、上記確率的緩和アルゴリズム及びシミュレーテッドアニーリング法を適用する。

【0087】他の点は上記第1実施形態と同一である。

【0088】次に、図14を参照して、メトロポリスアルゴリズムを用いて解を求める場合を説明する。

【0089】(S1) ID不明ブロックBK1～BKpの識別符号ID1～IDp及びその解IID1～IIDpに初期値ID10～IDp0を与える。i及びjに初期値1を代入する(i←1, j←1)。Utの前回値UtBに、大きな初期値UtBmaxを与える。

【0090】(S2) 評価関数の値

$U_t = U(BK1, ID1) + U(BK2, ID2) + \dots + U(BKp, IDp)$

を計算する。

【0091】(S3, S4) $U_t < U_{tB}$ であれば、 $ID_i \leftarrow \{ID_i, U_{tB} - U_t\}$ 。

【0092】(S5) $j \leftarrow j + 1$

(S6, S7) $j \leq m$ であればブロックBKjのIDjの値を更新してステップS2へ戻り、そうでなければ次のステップS6へ進む。

【0093】(S8) $ID_i \leftarrow IID_i$ 、 $i \leftarrow i + 1$

(S9) $i \leq p$ であればステップS2へ戻り、そうでなければ処理を終了する。

【0094】このようにして、ID不明ブロックBK1～BKpのIDがそれぞれIID1～IIDpと決定される。

【0095】理論的には、時刻(t-1)での全ブロックをID不明ブロックとして上記計算により適正なIDを決定可能である。

【0096】なお、本発明には外にも種々の変形例が含まれる。

【0097】例えば、要求される処理速度によっては、図7の画像処理装置での全処理をコンピュータで実行することも可能である。

【0098】また、評価関数は上記3要素のうち少なくとも1つを含むものであればよい。各要素の上記関数は一例であり、推定の確度が上がるほど方向に変化(単調変化)する種々の形のものをを用いることができる。

【0099】(付記1) 複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、画像処理部とを有し、該画像処理部は、(1)該複数の時系列画像のうち時刻tの画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識

し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、(2)該時刻tの画像と、該時刻tより前の時刻(t-1)の画像との相関関係から該時刻(t-1)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻(t-1)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識装置。

【0100】(付記2) 上記画像処理部は、上記(2)の処理を繰り返すことにより上記移動物体をトラッキングすることを特徴とする付記1記載の移動物体認識装置。

【0101】(付記3) 上記画像処理部は、上記トラッキングにより得られた軌跡が交通ルールに違反しているかどうかを判定することを特徴とする付記2記載の移動物体認識装置。

【0102】(付記4) 上記画像処理部は、(3)上記時刻(t-1)の画像について、上記背景画像との比較により移動物体の存否を判定し、上記(2)では、該時刻(t-1)の画像中に移動物体が存在すると判定された各領域が、上記時刻tの画像中の移動物体のいずれかの識別符号を持っていると仮定したときの評価関数の値の大小関係に基づいて、該領域に付与すべき識別符号を決定する、ことを特徴とする付記1記載の移動物体認識装置。

【0103】(付記5) 上記画像処理部は、(4)上記時刻tの画像に含まれる各移動物体の動きベクトルを求め、上記(2)では、上記時刻(t-1)の画像に含まれる移動物体上の第1領域が識別符号Xを持っていると仮定して、該第1領域に対応した該時刻tでの画像上の第2領域を該動きベクトルに基づき推定し、該第1領域と該第2領域との相関度を含む上記評価関数の値を求め、複数の該識別符号Xの各々について求めた該評価関数の値の大小関係に基づいて、該第1領域に付与すべき識別符号を決定する、ことを特徴とする付記4記載の移動物体認識装置。

【0104】(付記6) 上記画像処理部は、(5)上記時刻(t-1)での画像を、複数ピクセルからなるブロックに分割し、(6)移動物体を含む各ブロックに識別符号を仮りに付与し、上記評価関数は、着目ブロックと隣接するブロックについて、該着目ブロックと同一識別符号のブロック数が多いほど、該着目ブロックが該同一識別符号を持つ確度が高くなる関数を含む、ことを特徴とする付記5記載の移動物体認識装置。

【0105】(付記7) 上記画像処理部は、上記(4)において、上記時刻tの第1画像とこれと時間的に前又は後の第2画像とを、複数ピクセルからなるブロックに分割し、移動物体の一部が含まれる各ブロックについて、互いに類似した該第1画像中のブロックの画像と該第2画像中のブロックの画像とを見つけて、該ブロックの動きベクトルを求め、動きベクトルを持つ連続した複数のブロックの各動きベクトルの代表値を、この連

続した複数のブロックに対応した移動物体の動きベクトルと決定する、ことを特徴とする付記5記載の移動物体認識装置。

【0106】(付記8) 移動物体を撮像する電子カメラと、該電子カメラで撮像された、複数の時系列画像と背景画像とが格納される画像記憶部と、画像処理部とを有し、該画像処理部は、(1)該複数の時系列画像のうち時刻 t の画像について、該背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、(2)該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識装置。

【0107】(付記9) 複数の時系列画像を処理する移動物体認識方法において、時刻 t の画像について、背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とする移動物体認識方法。

【0108】(付記10) 複数の時系列画像を処理するプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、該プログラムは、時刻 t の画像について、背景画像と比較して移動物体を認識し、認識された該移動物体に識別符号を付与し、該時刻 t の画像と、該時刻 t より前の時刻($t-1$)の画像との相関関係から該時刻($t-1$)の画像に含まれる移動物体に識別符号を付与する、ことにより該時刻($t-1$)の画像に含まれている非分離移動物体を分割することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る移動物体認識方法の処理手順を示すフローチャートである。

【図2】時系列画像に対する移動物体認識処理の説明図である。

【図3】道路中央線上方に設置されたカメラで撮像された時系列画像を模式的に示す図である。

【図4】分岐した道路での、カメラで撮像された時系列画像を模式的に示す図である。

【図5】道路の側方にカメラを設置して道路の長手方向

に沿った広い範囲で移動物体を撮像した場合の時系列画像を模式的に示す図である。

【図6】高速道路の上方に設置されたカメラの撮像画像である。

【図7】本発明の第1実施形態に係る移動物体認識装置の概略ブロック図である。

【図8】図7中のID生成/消滅部での処理説明図である。

【図9】(A)～(C)は図7の移動物体更新部27での処理説明図であって、それぞれ時刻 t のオブジェクトマップ、時刻($t-1$)での移動物体の存在予測範囲及び時刻($t-1$)のオブジェクトマップである。

【図10】(A)及び(B)は、図7の移動物体更新部27の処理の利点説明図であって、それぞれ時刻($t-1$)及び時刻 t のオブジェクトマップを車両の画像と共に示す図である。

【図11】図7中の不明ID決定部の入出力関係を模式的に示す図である。

【図12】(A)及び(B)は該不明ID決定部の処理説明図である。

【図13】(A)及び(B)は該不明ID決定部の処理説明図である。

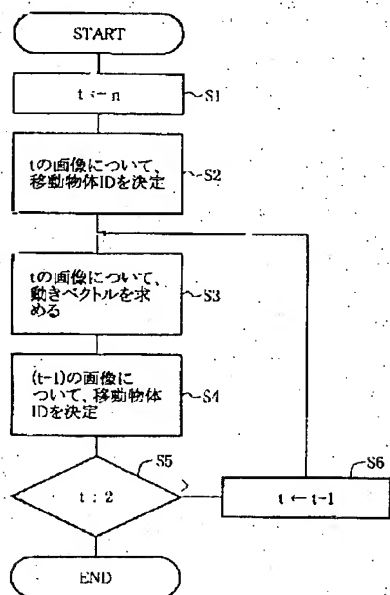
【図14】本発明の第2実施形態に係る移動物体認識装置の不明ID決定部での処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 10～12、11a～11d 道路
- 15 電子カメラ
- 20 画像処理装置
- 21 画像メモリ
- 22 背景画像生成部
- 23 トラッキング処理部
- 24 オブジェクトマップメモリ
- 25 ID生成/消滅部
- 26 動きベクトル算出部
- 27 移動物体更新部
- 28 不明ID決定部
- 29 軌跡メモリ
- 30 交通違反判定部
- 31 交通ルール記憶部
- 40 外部記憶装置
- M1、M2 車両

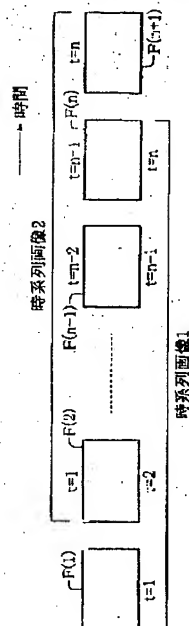
【図1】

本発明の一実施形態に係る移動物体認識方法の
処理手順を示すフローチャート



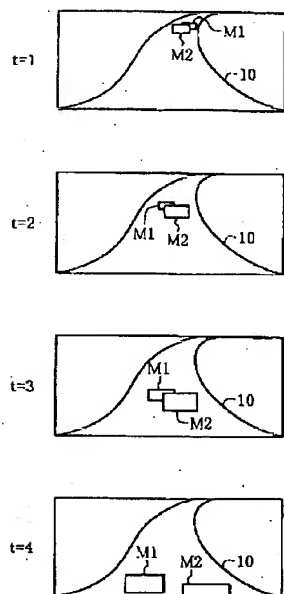
【図2】

時系列画像に対する移動物体認識処理の説明図



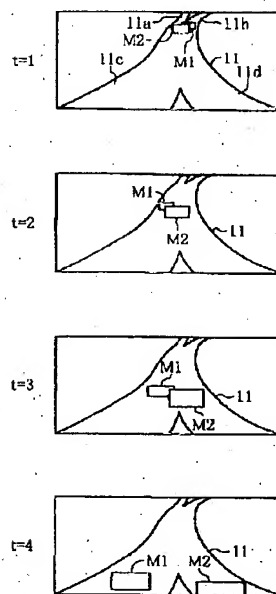
【図3】

道路中央線上方に設置されたカメラで撮像された
時系列画像を模式的に示す図



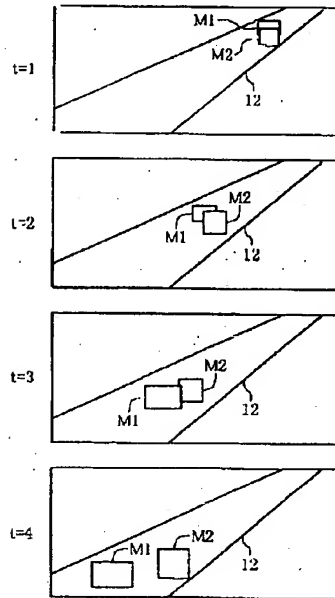
【図4】

分岐した道路での、カメラで撮像された時系列画像を
模式的に示す図



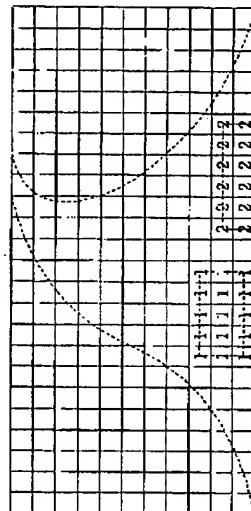
【図5】

道路の側方にカメラを設置して道路の長手方向に沿った広い範囲で移動物体を撮像した場合の時系列画像を模式的に示す図



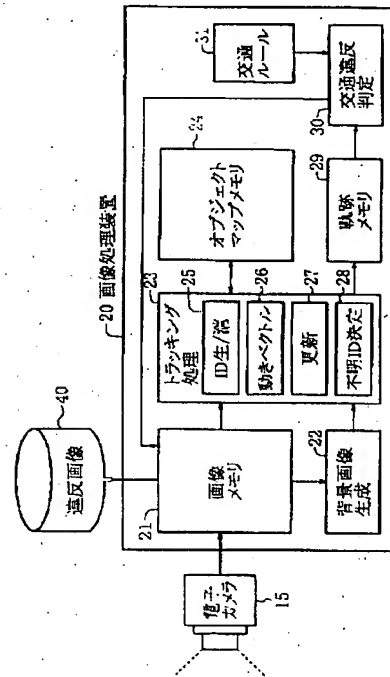
【図8】

図7中のID生成/消滅部での処理説明図



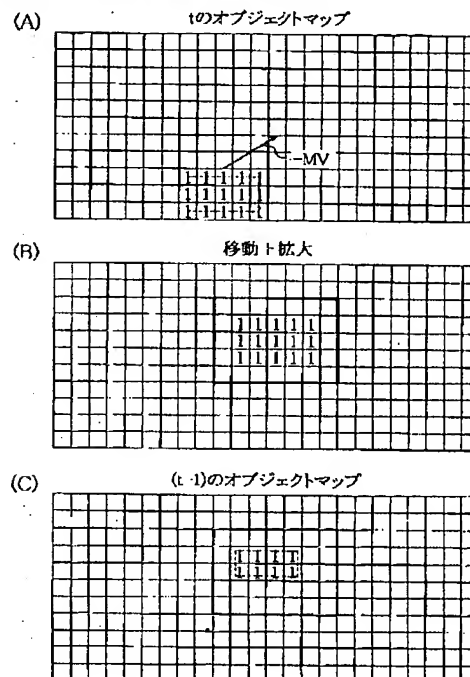
【図7】

本発明の第1実施形態に係る移動物体認識装置の概略ブロック図



【図9】

(A)～(C)は図7の移動物体更新部27での処理説明図であって、それぞれ時刻tのオブジェクトマップ、時刻(t-1)での移動物体の存在予測範囲及び時刻(t-1)のオブジェクトマップ



【図6】

高速道路の上方に設置されたカメラの撮像画像



【図10】

【図11】

(A)及び(B)は、図7の移動物体更新部27の処理の利点説明図であって、それぞれ時刻 $(t-1)$ 及び時刻 t のオブジェクトマップを車両の画像と共に示す図

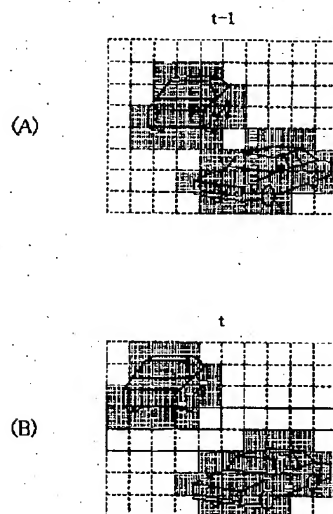
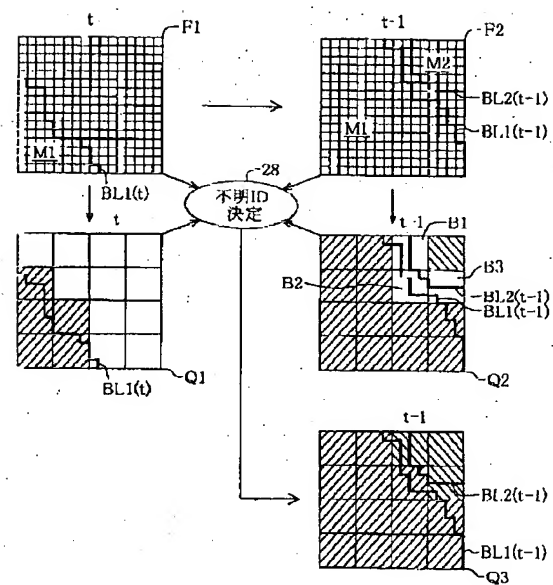
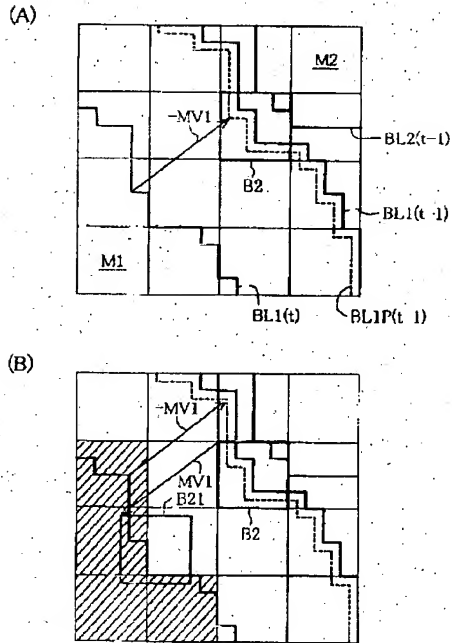


図7中の不明ID決定部の入出力関係を模式的に示す図



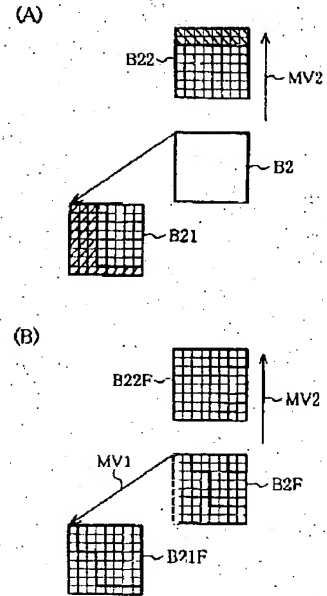
【図12】

(A) 及び (B) は該不明ID決定部の処理説明図



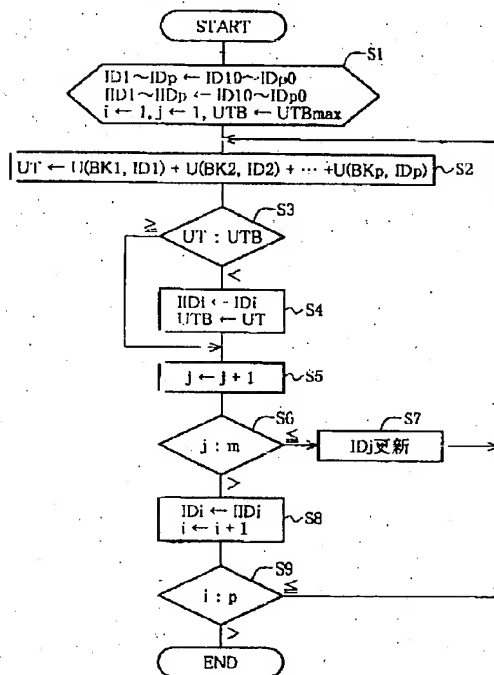
【図13】

(A) 及び (B) は該不明ID決定部の処理説明図



【図14】

本発明の第2実施形態に係る画像認識装置の不明ID決定部での処理を示すフローチャート



フロントページの続き

(72)発明者 上條 俊介

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通 株式会社内

(72)発明者 坂内 正夫

神奈川県横浜市青葉区美しが丘2-56-7

(72)発明者 池内 克史

神奈川県横浜市青葉区つつじが丘5-22-
303

Fターム(参考) 5C054 AA01 AA05 CA04 CC02 CD03

CE15 CH01 EA01 FA09 FC12

FC13 FC14 GA04 GB15 HA26

HA31

5L096 AA06 BA02 CA02 FA34 FA67

GA08 GA17 GA34 HA03 HA07

JA11 JA16